

Laboratórium 1 felkészülési feladat

Hallgató: Kondor Máté András (WNC5FT)

Mérés sorszáma: 4

1. Adott egy diszkrét jel mintasorozata. A mintavételi idő $\Delta t = 500 \text{ ns}$. Minimum hány alappontos DFT műveletre van szükség, ha a minta spektrumát $\Delta f = 30 \text{ Hz}$ felbontással szeretnénk vizsgálni?
2. Képezzen 16 mintából álló bemenő mintasorozatokat, melyek a következő jellegzetes jelalakoknak felelnek meg:
 1. 50% kitöltésű négyszög
 2. Háromszög
 3. Fűrész
 4. Szinusz

Ügyeljen arra, hogy a mintasor pontosan egy periódust adjon meg. Gondolja végig, hogy jellegre milyen spektrum mintát várhat a fenti jelek vizsgálatától. Végezze el a Fourier transzformációt a segédprogrammal és ellenőrizze, hogy helytállóak voltak-e előzetes várakozásai. Foglalja össze, hogy a fenti azonos periódusú jelek között milyen jellegzetes különbségek váltak nyilvánvalóvá.

A beadás tudnivalói:

- **Az önállóan kidolgozott feladatot a következő mérési gyakorlat elején a mérésvezetőnek kell bemutatni, - a mérési útmutatóban előírtak szerint - írott vagy elektronikus formában.**
- A felkészülési feladat utólag már nem adható be. Pótlására a szorgalmi időszak végén egy alkalommal, az adott mérési gyakorlat pótlásával egy időben van lehetőség.

A feladatokat önállóan, meg nem engedett segítség igénybevétele nélkül oldottam meg:

.....
aláírás

Laboratorium 1.

Házi Feladat.

Kondor Márk András

WKK5FT

4. mérés

- 1) Adott egy diszkrét jel mintasorozat. A mintavételi idő $\Delta t = 500 \mu\text{s}$.
Minimum mely alappontos DFT műveletre van szükség, ha a minta spektrumát $\Delta f = 30 \text{ Hz}$ felbontással szeretnénk vizsgálni?

$$N = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta f = \frac{f_s}{N} \\ f_s = \frac{1}{\Delta t} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta f = \frac{1}{\Delta t \cdot N} \rightarrow N = \frac{1}{\Delta f \cdot \Delta t} = \left\lceil \frac{1}{30 \text{ Hz} \cdot 500 \mu\text{s}} \right\rceil = \underline{\underline{66667}}$$

- 2) Képzzen 16 mintából álló bennső mintasorozatokat, melyek a következő jellegzetes jelalakozások felolvasására: (a) 50%-os kitöltésű négyzet, (b) háromszög, (c) fűrész, (d) sinus.

(a) Mintasorozat: $[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$

Várakozás: csak páratlan harmonikusok lesznek, mivel a jel középpontosan szimmetrikus. A harmonikusok amplitúdója $1/x$ jelleggel csökken az időfőgység szabványai miatt.

(b) Mintasorozat: $[0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.625, 0.75, 0.875, 1, 0.875, 0.75, 0.625, 0.5, 0.375, 0.25, 0.125]$

Várakozás: csak páratlan harmonikusok, melyek amplitúdója $1/x^2$ szerint csökken.

(c) Mintasorozat: $[0, 0.6667, 0.1333, 0.2, 0.2667, 0.3333, 0.4, 0.4667, 0.5333, 0.6, 0.6667, 0.7333, 0.8, 0.8667, 0.9333, 1]$

Várakozás: páratlan és páros harmonikusok is lesznek.

(d) Mintasorozat: $[0, 0.3827, 0.7671, 0.9239, 1, 0.9239, 0.7671, 0.3827, 0, -0.3827, -0.7671, -0.9239, -1, -0.9239, -0.7671, -0.3827]$

Várakozás: nincs felharmonikus

Végezze el a Fourier-transzformációt segédprogrammal, és ellenőrizze, hogy helytállóak voltak-e előzőek várakozásai!

A feladatot a MATLAB programmal végeztem. A programkód és a program által előállított ábrák a következő oldalakon láthatók.

Az alábbi MATLAB-kód valósítja meg a négy bemenő mintasorozat Fourier-transzformációját, valamint idő-, és frekvenciatartománybeli ábrázolását.

```
clc;
clear all;

% A bemenő mintasorozatok definíciója
a=[1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0];
b=[0 0.125 0.25 0.375 0.5 0.625 0.75 0.875 1 0.875 0.75 0.625 0.5 0.375
0.25 0.125];
c=[0 0.0667 0.1333 0.2 0.2667 0.3333 0.4 0.4667 0.5333 0.6 0.6667 0.7333
0.8 0.8667 0.9333 1];
d=[0 0.3827 0.7071 0.9239 1 0.9239 0.7071 0.3827 0 -0.3827 -0.7071 -0.9239
-1 -0.9239 -0.7071 -0.3829];

Fs=1;           % Mintaveteli frekvencia: egységnyi
T=1/Fs;        % Mintaveteli idő
L=16;          % Mintasorozat hossza
t=(0:L-1)*T;   % Idovektor

f=Fs/2*linspace(0,1,L/2+1); % Frekvenciatengely definíciója az amplitudo-
spektrum ábrázolásához

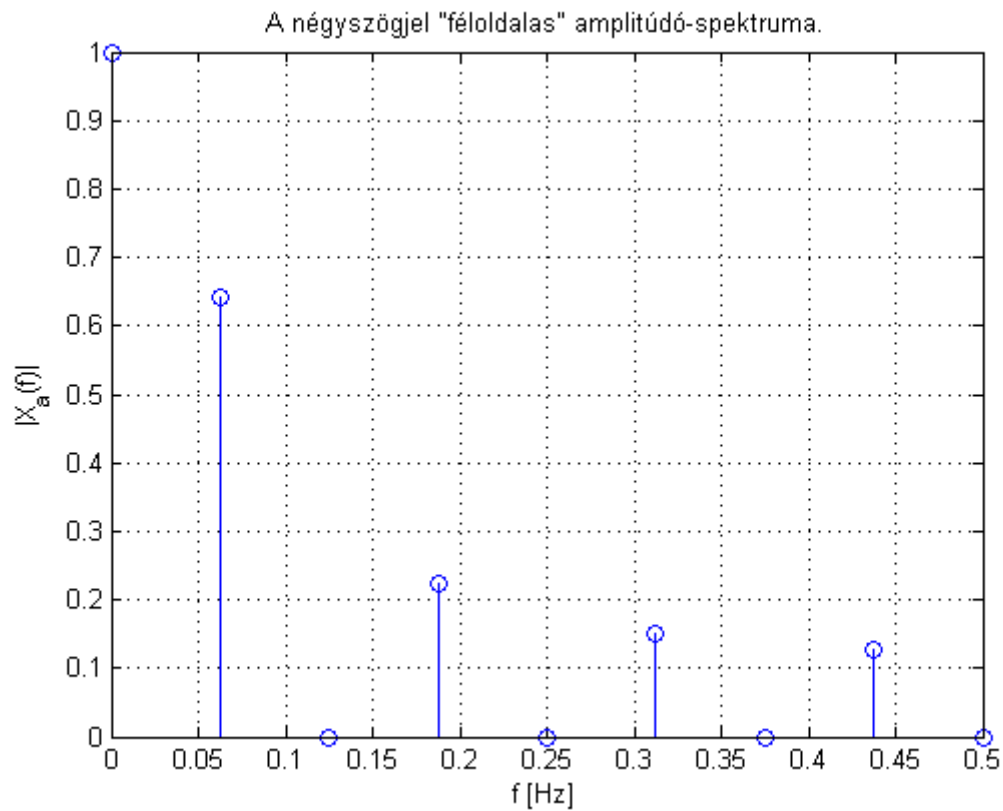
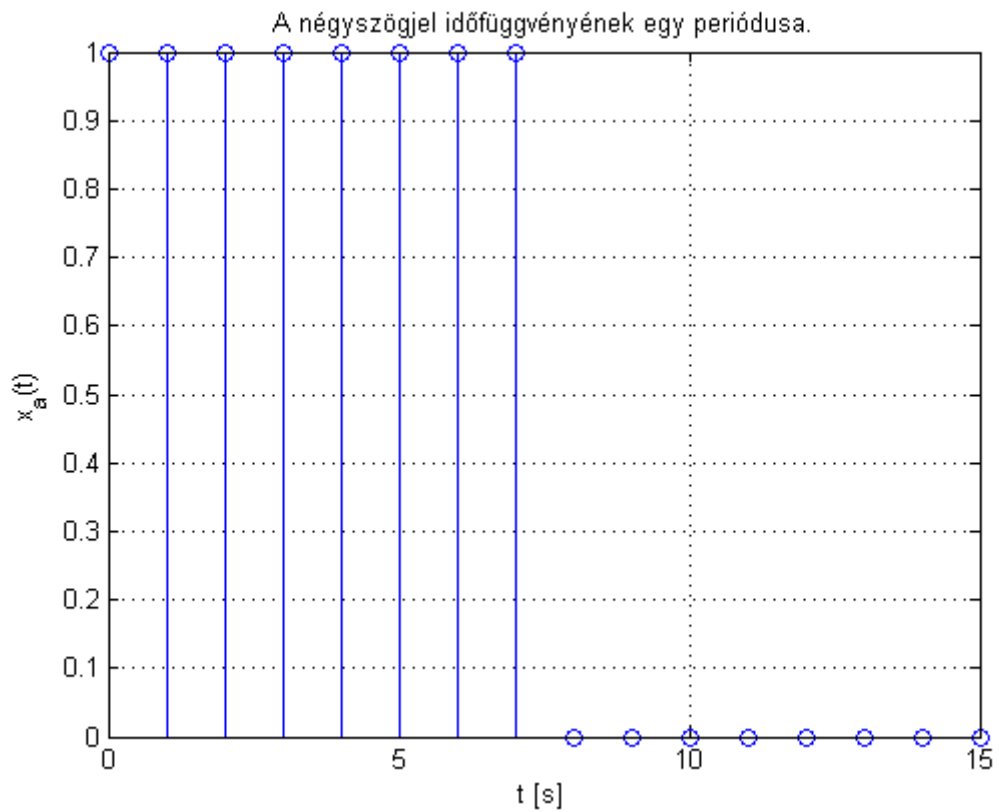
% ---- Negyszög ----
% Az időfüggvény ábrázolása
stem(Fs*t(1:16),a(1:16)); grid
title('A négyszögjel időfüggvényének egy periódusa.')
xlabel('t [s]')
ylabel('x_a(t)')
pause
% A Fourier-transzformáció elvégzése
A = fft(a)/L;
% A "féloldalas" amplitudo-spektrum ábrázolása
stem(f,2*abs(A(1:L/2+1))); grid
title('A négyszögjel "féloldalas" amplitúdó-spektruma.')
xlabel('f [Hz]')
ylabel('|X_a(f)|')
pause

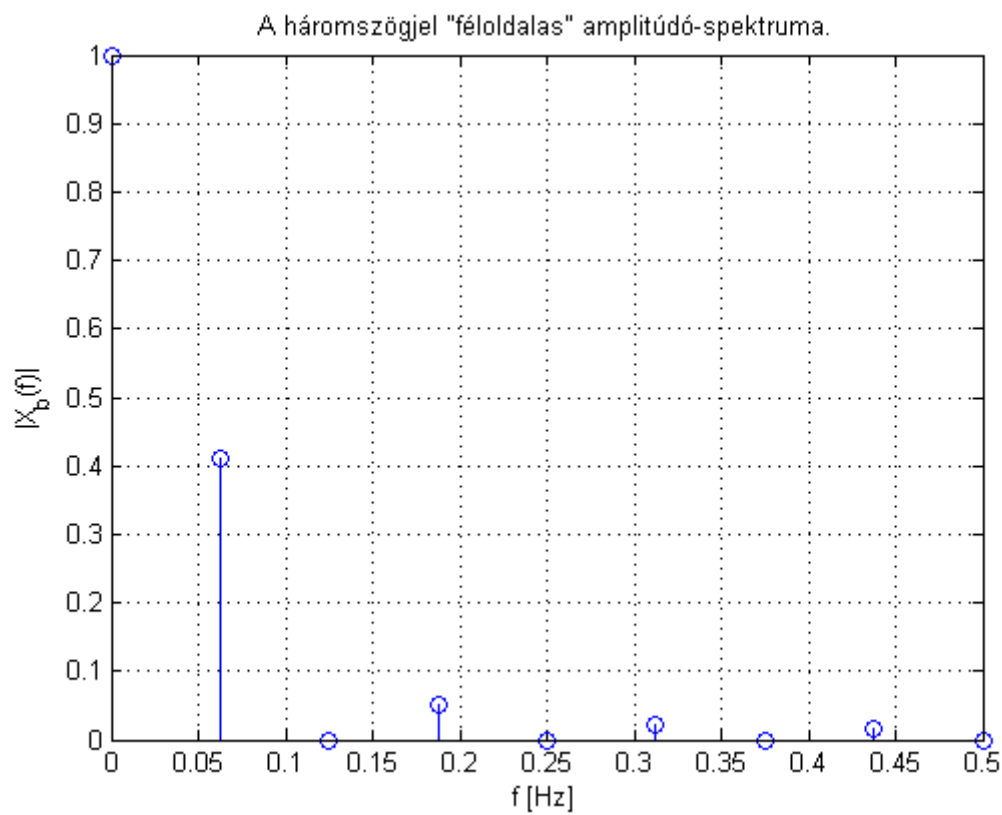
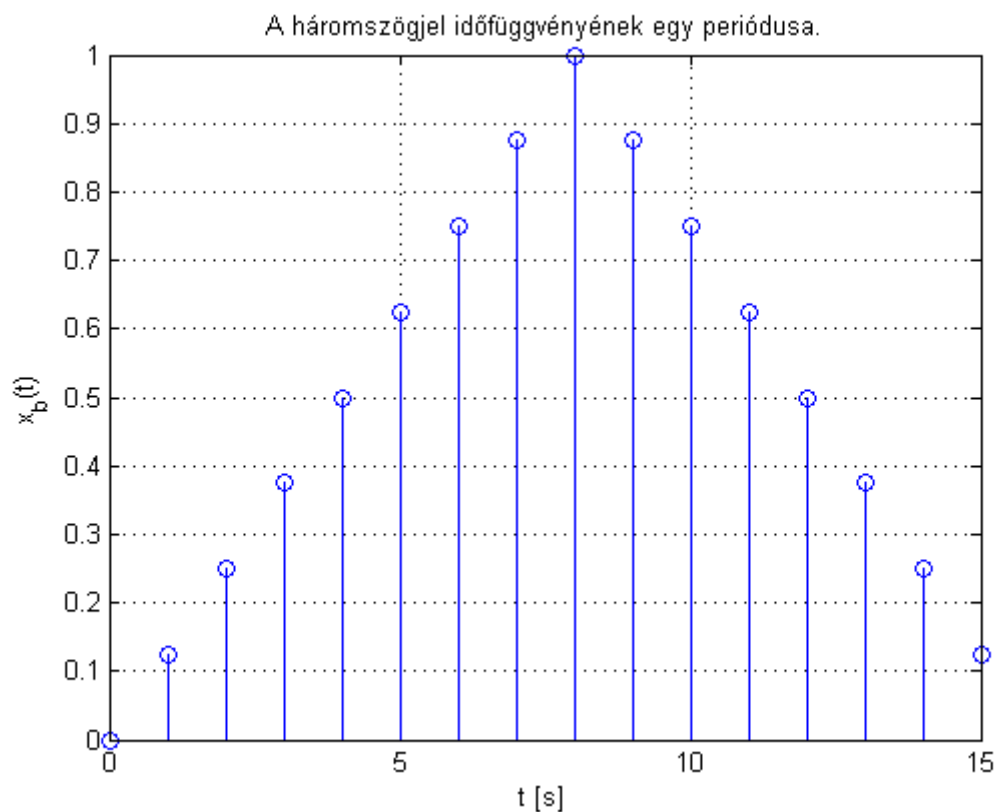
% ---- Háromszög ----
% Az időfüggvény ábrázolása
stem(Fs*t(1:16),b(1:16)); grid
title('A háromszögjel időfüggvényének egy periódusa.')
xlabel('t [s]')
ylabel('x_b(t)')
pause
% A Fourier-transzformáció elvégzése
B = fft(b)/L;
% A "féloldalas" amplitudo-spektrum ábrázolása
stem(f,2*abs(B(1:L/2+1))); grid
title('A háromszögjel "féloldalas" amplitúdó-spektruma.')
xlabel('f [Hz]')
ylabel('|X_b(f)|')
pause
```

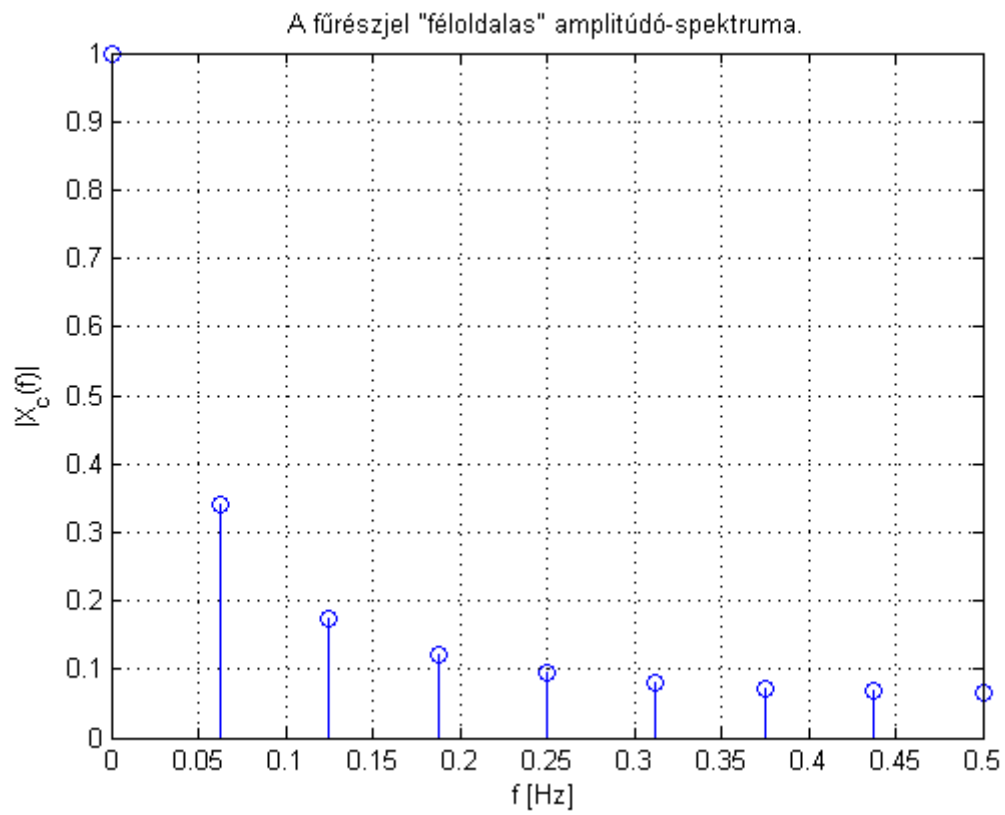
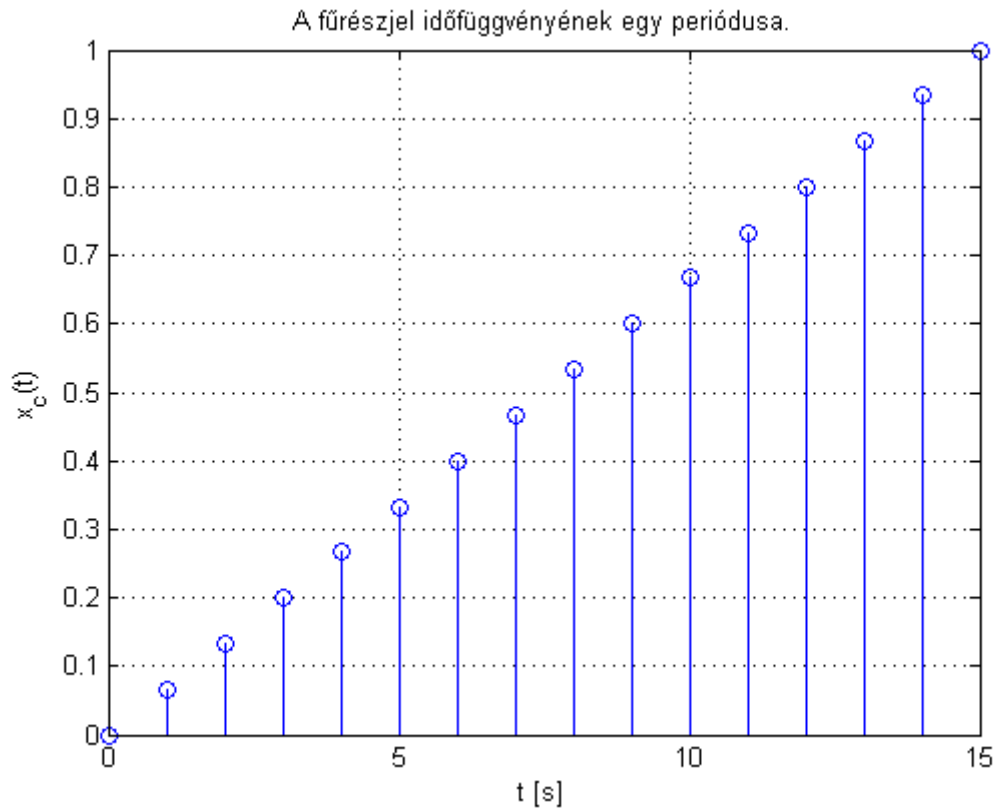
```
% ---- Furesz ----
% Az idofuggveny abrazolasa
stem(Fs*t(1:16),c(1:16)); grid
title('A fűrészel időfüggvényének egy periódusa.')
xlabel('t [s]')
ylabel('x_c(t)')
pause
% A Fourier-transzformacio elvezese
C = fft(c)/L;
% A "feloldalal" amplitudo-spektrum abrazolasa
stem(f,2*abs(C(1:L/2+1))); grid
title('A fűrészel "féloldalal" amplitúdó-spektruma.')
xlabel('f [Hz]')
ylabel('|X_c(f)|')
pause

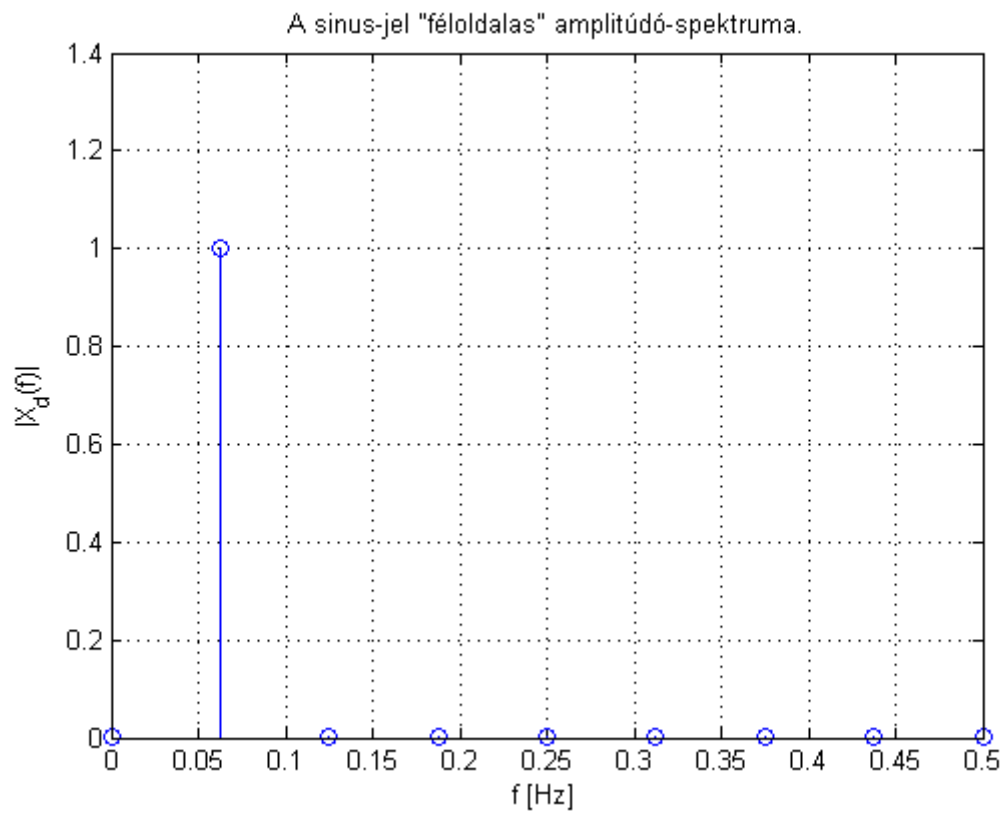
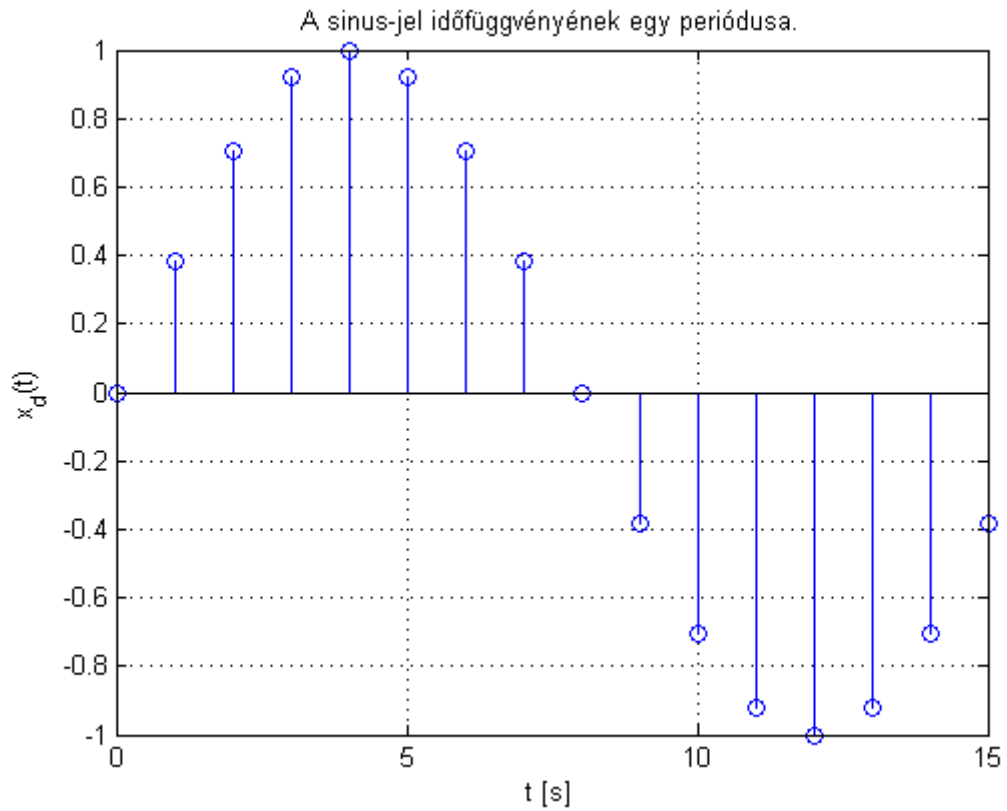
% ---- Sinus ----
% Az idofuggveny abrazolasa
stem(Fs*t(1:16),d(1:16)); grid
title('A sinus-jel időfüggvényének egy periódusa.')
xlabel('t [s]')
ylabel('x_d(t)')
pause
% A Fourier-transzformacio elvezese
D = fft(d)/L;
% A "feloldalal" amplitudo-spektrum abrazolasa
stem(f,2*abs(D(1:L/2+1))); grid
title('A sinus-jel "féloldalal" amplitúdó-spektruma.')
xlabel('f [Hz]')
ylabel('|X_d(f)|')
```

A fenti MATLAB-kód által előállított ábrák.









Az időfüggvények ábráiból látszik, hogy az általam képzett mintasorozatok valóban az előírt jelalakok egy, 16 egység hosszú periódusát állítják elő.

Az amplitúdó-spektrumok ábráiból pedig látszik, hogy a mintasorozatok előállítását követően a harmonikusok paritási-, és amplitúdóviszonyaira megfogalmazott várakozásaim teljesültek.

A házi feladat megoldásához használt elméleti segédanyagok:

- Labor 1. Hallgatói Segédlet - Frekvenciatartománybeli Jelanalízis
- MATLAB R2012b Online Dokumentáció
- Fodor György: Hálózatok és Rendszerek. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.

A házi feladat megoldásához felhasznált software-ek:

- Microsoft Office Word 2007
- MATLAB R2009b

Kelt: Budapest, 2012. szeptember 30.

Kondor Máté András s. k.